

Данные, представленные на рис. 2, подтверждают возможность получения связующего на основе карданолформальдегидной новолачной смолы и МДИ, кроме того, данное связующее обладает высокой реакционной способностью при относительно низких температурах.

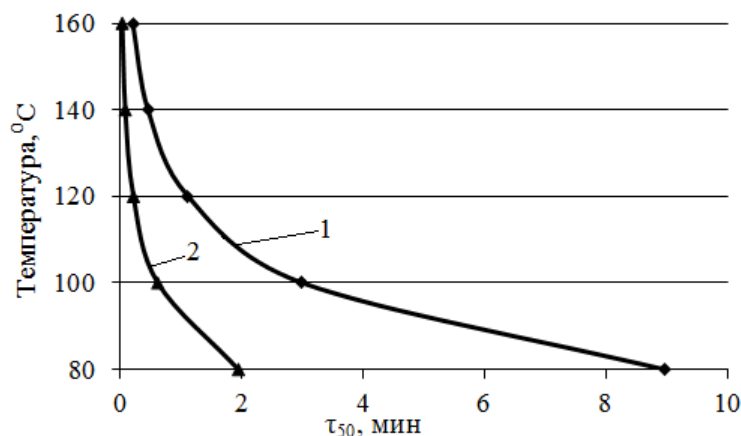


Рис. 2. График зависимости τ_{50} (время, за которое превращение проходит на 50 %) от температуры для систем:
1 – карданолформальдегидная новолачная смола + МДИ
2 – карданолформальдегидная новолачная смола + МДИ + DABCO

УДК 543.068.8

Т.И. Маслакова, И.Г. Первова
(T.I. Maslakova, I.G. Pervova)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ШКАЛ
ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ТЕСТ-ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ
ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ТВЕРДОФАЗНЫХ МАТРИЦАХ
(FEATURES OF COLOR SCHEME CREATION FOR
VISUAL EXPRESS DETERMINING OF TOXIC METALS
ONTO SOLID-PHASE SUPPORTERS)**

Представлены исследования особенностей построения цветовых шкал твердофазных индикаторных средств, влияющих на метрологические характеристики методики и результат визуального тест-определения токсикантов в воде.

The article deals with the features studies of color scheme creation of solid-phase indicating tools that affect the method metrological characteristics and visual test determination results of toxicants in water.

Визуальные тест-методы анализа относятся к простым, относительно дешевым, не требующим привлечения труда высококвалифицированного персонала методам обнаружения и определения содержания токсичных металлов для контроля качества различных объектов окружающей среды. О присутствии определяемого компонента обычно судят по изменению окраски тест-средства после взаимодействия его с анализируемым раствором.

Для количественной оценки содержания токсичного элемента используют имитационную цветовую шкалу сравнения, которую готовят либо непосредственно перед тестированием, либо используют компьютерное изображение шкалы, предварительно сканируя окрашенные тест-образцы, либо применяют цветовую шкалу, созданную методом компьютерной имитации или типографским способом.

Хотя метрологические характеристики методики и результат визуального тест-определения связаны с используемой цветовой шкалой, до сих пор не существует единого подхода к построению цветовой шкалы и не ясно, какой критерий соответствует граничному восприятию человеком цвета сорбата (твердофазной матрицы или подложки).

В данной работе проанализированы два подхода к построению цветowych шкал: применение инструментального метода цветометрии (ТСО), позволяющего оценить равноконтрастность шкалы, и визуального метода (ТО), позволяющего формировать цветовую шкалу на основе восприятия различия цвета соседних образцов большим числом независимых наблюдателей.

Для исследования были выбраны ранее изученные тест-системы для определения содержания ионов Cd(II) , Cu(II) и Ni(II) в водных объектах на основе сорбентов разной природы: силикагель типа ДИАСОРБ-100-ТА, волокно ПОЛИОРГС-34н и тканевая льняная матрица.

В табл. 1 приведены характеристики тест-систем. Предел определения ионов металлов с использованием цветовой шкалы (C_{\min}) вычислили как утроенное стандартное отклонение. По цветовой шкале оценили концентрацию аналита в растворе 10-15 наблюдателей. Эксперимент повторили трижды.

Проверку работоспособности шкал, построенных на основе визуального метода, проводили по результатам опроса 20 независимых наблюдателей, вычисляя частоту обнаружения различия окраски: $P(c) = n / N$, где n – число положительных ответов, N – общее число наблюдений.

Анализ вычисленных значения $P(c)$ и ΔE (общее цветовое различие или разнооттеночность) показал, что шкалу, обеспечивающую более высокую точность визуального тестирования, можно получить для системы БИФ/лен, так как не менее 90 % наблюдателей видели различие в окраске соседних образцов шкалы. В случае определения ионов меди в виде ярко-синих, сорбированных на тонкослойной тканевой матрице, следует выбрать шкалу с коэффициентом ($q = C_{n+1}/C_n$) 2 или 3 в диапазоне концентраций $C(\text{Cu}^{2+}) = (0.03 - 0.5)$ мг/л. В этом диапазоне на шкале с $q = 2$

шаг цветоразличения $\Delta E = 5 - 6$, а на шкале с $q = 3$ — $\Delta E = 7 - 8$. При концентрациях, которые были выше указанных наблюдали резкое увеличение интенсивности окраски подложек, и требование равноконтрастности шкалы не выполнялось. Переход с белого в ярко-синий цвет глаз различал лучше, чем переходы красного в сине-фиолетовый и синий в случае систем, использующих иммобилизованные твердофазные реагенты с шагом цветоразличения $\Delta E = 5 - 10$.

Таблица 1

Характеристики тест-систем

Определяемый ион	Реагент */ матрица	Способ детектирования	Переход окраски	Диапазон определяемых содержаний, мг/л	C _{min} , мг/л
Cd(II)	2-ОН-БОФ/ ПОЛИОРГС-34н	ТСО	Белый – фиолетовый	0.10–1.00	0.01
		ТО	Белый – фиолетовый	0.1–1.0	0.05
	2-ОН-БТФ/ силикагель ДИАСОРБ-100-ТА	ТСО	Красный – сине-фиолетовый	0.3–1.0	0.005
		ТО	Красный – сине-фиолетовый	0.3–1.0	0.15
Cu(II)	БИФ/лен	ТСО	Белый – синий	0.03–0.80	0.009
		ТО	Белый – синий	0.03–0.80	0.015
Ni(II)	БОФ/силикагель ДИАСОРБ-100-ТА	ТСО	Красный – синий	3–100	0.05
		ТО	Красный – синий	30–100	10
* БОФ – 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензоксазол-2-ил)формазан; 2-ОН-БТФ – 1-(2-гидрокси-5-сульфофенил)-3-метил-5-(бензотиазол-2-ил)формазан; 2-ОН-БОФ – 1-(2-гидрокси-5-нитрофенил)-3-изопропил-5-(бензоксазол-2-ил)формазан; БИФ – 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензилбензимидазол-2-ил)формазан					

Следует отметить, что значение шага цветоразличения зависит от характера гетероцикла иммобилизованных на силикагель формазанов. Так, при использовании системы 2-ОН-БТФ/силикагель ДИАСОРБ-100-ТА для определения кадмия(II) в диапазоне концентраций 0.3 – 1.0 мг/л для высокого визуального тестирования следует выбрать шкалу с $\Delta E = 5$, а при применении системы БОФ/силикагель ДИАСОРБ-100-ТА для никеля(II) – достаточно и $\Delta E = 10$.

Однако при проведении статистической коррекции градуировочной шкалы на основе тест-средств определения меди благодаря 10–15 «наивным» наблюдателям, было установлено, что на шкале, построенной в геометрической прогрессии с $q = 2$, центр распределения результатов визуального определения концентрации меди(II) был смещен относительно центра интервалов шкалы. В табл. 2 представлены результаты тест-определения методом «проявки» меди(II) с использованием льняной матрицы.

Таблица 2

Результаты тест-определения Cu^{2+} с использованием льняной матрицы методом «проявки» (шкала 0; 0.2; 0.4; 0.8 мг/л; $C_{(\text{Cu}^{2+})\text{введ}} = 0.5 \text{ мг/л}$)

Наблю- датель	$C_{(\text{Cu}^{2+})\text{найденно}}, \text{ мг/л}$					$C_{\text{ср.}}, \text{ мг/л}$	S^2
1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0
2	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.46	0.09
3	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.48	0.04
4	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.46	0.09
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0

Очевидно, что традиционный подход к обработке результатов анализа, полученных с помощью цветовых шкал, следует применять с осторожностью и для представления результатов визуального тест-определения нужно использовать статистику интервальных данных, в которой элементами выборки являются интервалы концентраций определяемого компонента.

УДК 547.917 + 544.723.212

Д.В. Нестеров, Л.С. Молочников
 (D.V. Nesterov, L.S. Molochnikov)
 УГЛТУ, Екатеринбург
 (USFEU, Ekaterinburg)
 А.В. Пестов
 (A.V. Pestov)
 ИОС им. Постовского Екатеринбург
 (IOS im. Postovskogo, Ekaterinburg)

СИНТЕЗ СЕЛЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ БОРНОЙ КИСЛОТЫ, СОДЕРЖАЩИХ N-2,3-ДИГИДРОКСИПРОПИЛЬНУЮ ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ГРУППУ (SYNTHESIS OF SELECTIVE BORIC ACID SORBENTS CONTAINING N-2,3-DIGIDROKSIPROPIL FUNCTIONAL GROUP)

Рассматривается синтез новых сорбентов борной кислоты на основе N-(2,3-дигидроксипропильных) производных аминополистирола и полиаллиламина.

The article deals with the synthesis of boric acid new sorbents based on N-(2,3-dihydroxypropyl) aminopolystyren and polyallylamine derivatives.